知识管理论坛 ISSN 2095-5472 CN11-6036/C
Knowledge Management Forum

E-mail: kmf@mail.las.ac.cn
http://www.kmf.ac.cn

【学术探索】

基于 EI 的国内航空类院校知识共现学科特征研究

◎ 马明华 刘建国 马跃 苏万鹏

中国民航大学图书馆 天津 300300

摘要：［目的 / 意义］通过基于知识共现的学科特征分析，为国内航空类院校的学科建设和图书馆信息资源配置提供参考。［方法 / 过程］通过提取航空院校被 EI 收录的期刊论文的文献学科分类码，利用词频统计、词共现分析、社会网络分析等方法，分析国内航空院校学科特点，并引入皮尔逊相关系数指标，通过网络图谱中心性特征得到了航空院校学科极强相关情况下的学科交叉融合特征。［结果 / 结论］航空院校学科主题呈现长尾分布特征及“二八现象”；学科知识共现中，学科关联交叉形成了六类区、四学科群知识图谱。

关键词：航空 社会网络 学科交叉融合

分类号：G252.7

引用格式：马明华 , 刘建国 , 马跃 , 等. 基于 EI 的国内航空类院校知识共现学科特征研究 [J/OL]. 知识管理论坛 , 2016, 1(4): 293-302[引用日期]. http://www.kmf.ac.cn/p/1/52/.

1 引言

学科建设是高等院校一项长期性、根本性的战略任务，是高校发展的重中之重。科学发展的高度分化与交融，使得学科建设不单单是一个学科的问题，因此要基于学科群进行研究和挖掘，深入探讨学科群内部元素之间的本质联系。这项工作关系到高校各教育层次的建设和发展，关系到一所高校各学科专业是否具有适应性、竞争力和生命力，更关系到高校能否培养出高质量人才，创造出高水平成果，更好地为国家建设和社会服务。此外，特色学科建设是高校核心竞争力的体现，通过学科知识共现的角度研究特色学科建设，是提升学校综合实力的重要举措。航空类院校具有航空航天特色，研究航空类院校重点学科的特点，对于提升航空类院校核心竞争力以及高校图书馆的信息资源配置具有现实意义。

2 研究方法

本研究主要通过词频统计、词共现分析以及社会网络分析等方法，基于收集到的数据构建学科知识共现图谱并进行统计分析。

基金项目：本文系中央高校基本科研业务费中国民航大学图书馆专项“基于国际检索工具的航空院校影响力的评价”（项目编号：3122014T003）的研究成果之一。

作者简介：马明华 (ORCID：0000-0003-4365-3477)，助理馆员，E-mail：minghuar@163.com；刘建国 (ORCID：0000-0001-6072-8050)，研究馆员；马跃（ORCID：0000-0001-5965-9203），助理馆员；苏万鹏，工程师。

收稿日期：2016-08-04 发表日期：2016-08-29 本文责任编辑：刘远颖

词频统计是一种量化研究方法，它利用数学统计方法将用语言表示的文献转换为用数量表示的资料。

词共现分析方法是在词频统计的基础上，对文献中共同出现的关键词进行统计分析的方法，最早于 1986 年由法国文献计量学家 M. Callon 等学者提出 [1-2]。该方法建立在如下假设之基础之上：作者认真地选择所使用的词语；作者认可在同一篇文章中不同词语之间存在某种联系，如果这种联系被足够多的作者认可，那么可以认为它在某个学科领域具有一定的意义 [1,3]。

社会网络分析是社会科学研究的常用方法，社会网络是由多个节点（社会行动者）和各点之间的连线（行动者之间的关系）组成的集合，在研究中把关于“关系”的概念和过程纳入解释，把对象视为一个网络图，图中有许多节点，节点与节点间有相连的线段，社会网络图并不强调个体的特征而是强调个体之间的联系 [4]。从理论上可以把任何科学、学术或其他公共体，或者一个公司、一个大学甚至整个世界看作是一个社会网络。马费成等学者将共词网络中的概念映射为社会网络中的个体节点，利用社会网络分析法对国内生命周期理论研究知识图谱进行绘制，宏观把握国内生命周期理论的研究现状 [5]。

国内外基于 EI 数据库从学科建设视角下进行航空学科研究的相关性文献比较少，陈素清等学者从提高 SCI、EI 论文被引率的角度出发，针对 4 所航空院校期刊论文收录数量、期刊分布、语种等方面进行数据统计比较，并制定提升论文被引率的政策 [6]；刘划、徐国艳利用 CNKI 的中国学术文献网络出版总库对国内航空领域高被引论文期刊分布、研究机构、作者、基金支持方面进行了统计研究 [7]，这些研究的局限在于没有从航空院校学科建设的主体视角进行研究，对于高校学科建设的实践指导意义有限。本文主要通过对论文作者提供的 EI 学科分类词项进行词频统计与共现分析，运用 Netdraw 软件绘制社会网络知识图谱，在此基础上分析航空院校学科之间的关系特征，并为航空类院校的学科建设提供建议和参考。

3 数据收集与提取

航空领域学科是综合性很强的交叉性工程理论性学科，涉及航空航天、数学、物理、材料、电子、通信、机械自动控制等各个学科。国内主要的航空院校数量不多，鉴于此笔者通过网络调研方式确定航空院校的范围，其中以航空航天类为主要学科方向的学校有 14 所（简称“高校类”），包括北京航空航天大学、西北工业大学、南京航空航天大学、南昌航空大学、沈阳航空航天大学、中国民航大学、郑州航空工业学院、中国民用航空飞行学院、北华航天工业学院、桂林航天工业学院、西安航空学院、西安航空职业技术学院、长沙航空职业技术学院、张家界航空工业职业技术学院。作为二级单位进行航空航天学科培养的高校有 14 所（简称“二级学院类”），包括湖南大学力学与航空航天学院、中北大学航空宇航工程系、上海交通大学航空航天学院、西安交通大学航天航空学院、浙江大学航空航天学院、同济大学航空航天与力学学院、哈尔滨工程大学国防教育学院武装部、国防科技大学航天科学与工程学院、清华大学航空航天学院、北京理工大学宇航学院、哈尔滨工业大学航天学院、大连理工大学航空航天学院、厦门大学航空系、上海工程技术大学航空运输学院，在 EI 的 COMPENDX 检索库中，针对上述 28 所院校分别检索出 2009-2013 年 5 年内的 EI 论文的详细文献信息，其中高校类检索式为（{ 高校英文名称 } wn all）AND (2009-2013 WN YR)，二级学院类的检索式为({ 二级单位，高校 }wn all) AND (2009-2013 WN YR），检索出各院校的文献，去除会议论文后，得到文献类型 JA 的期刊论文总计 31 748 篇。

3.1 航空高校发文量分析

通过对航空院校 2009-2013 年 5 年被 EI 收录成果的统计分析，发现论文成果产出极度不均衡，如图 1 所示：

知识管理论坛，2016(4):293–302
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2016.035

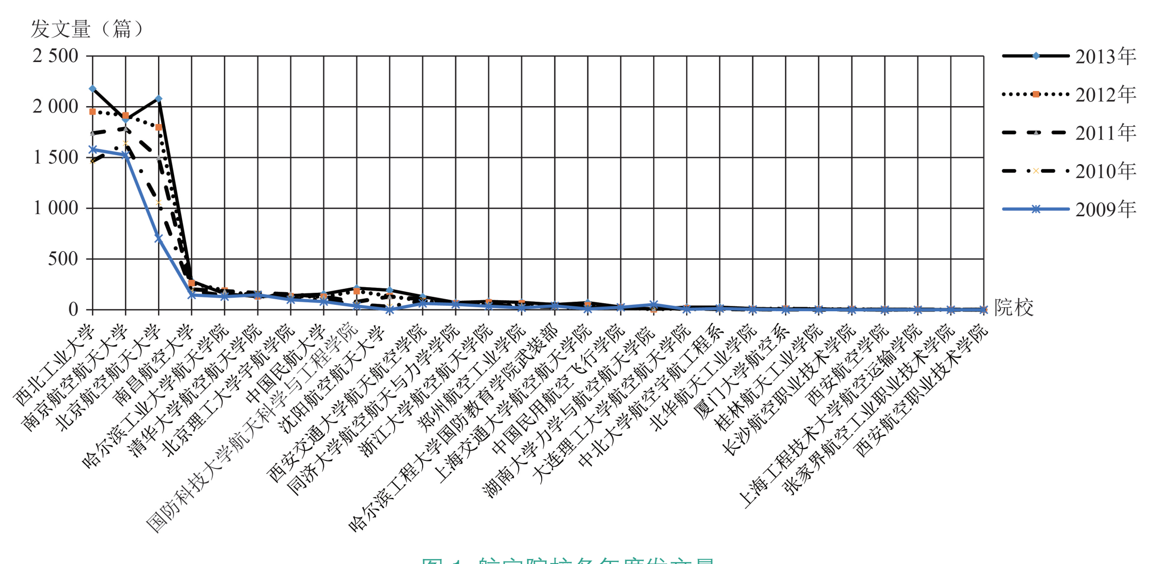


图 1 航空院校各年度发文量

发文量排名前 3 位的院校是西北工业大学、南京航空航天大学、北京航空航天大学，其 2009-2013 年被 EI 收录的论文数量分别是 8 912 篇、8 736 篇、7 133 篇，这 3 所以航空航天特色为主的院校发文总量是 24 781 篇，占总体发文量的 78%。在涉及航空领域的前 10 所高校中有 4 所高校所属二级学院类进入了前 10 行列，分别是哈尔滨工业大学航天学院（第 5 位）、清华大学航空航天学院（第 6 位）、北京理工大学宇航学院（第 7 位）、国防科技航天科学与工程学院（第 9 位），这几所高校是国内理工或军工类重点高校，相应的二级学院航空宇航学院科研实比较强；以长沙航空职业技校学院为代表的高职院校发文数量排在了后 5 名，直观反映出高职院校科研力量非常有限。

3.2 学科主题提取

EI 词表主要由两个主要部分构成：叙词表和学科分类码 [8]，EI 学科分类码用于计算机分类检索。本文在研究过程中特针对学科分类码字段（以下简称"学科主题字段"）进行计量分析。

3.2.1 学科主题频次分析

利用 Bibexcel 提取出文献信息中 EI 学科主题字段，其中学科主题字段共计提取 790 个，各学科主题总频次为 245 950，平均每篇文章有 7.74 个分类码，将各个学科主题字段分别进行频次统计，以统计结果排序并计算词频概率，表 1 是排名前 20 的各学科分类码频次及概率，表中显示数学、计算机软件、数据处理及应用、建筑材料强度、材料科学、机械性能、力学、数值方法、化学、控制系统、化工产品、固体物理、气体、液体和固体物理性能、雷达、广播、电信等学科出现的概率大。

表 1 出现频次与概率排名前 20 的学科列表

学科	频次	比率
921 数学	9 575	3.89%
723 计算机软件，数据处理和应用	9 400	3.82%
421 建筑材料强度	8 132	3.32%
951 材料科学	5 910	2.40%
机械性能	5 628	2.29%
931.1 力学	4 004	1.63%
921.6 数值方法	3 679	1.50%
801 化学	3 318	1.35%
731.1 控制系统	3 254	1.32%
804 化工产品	3 243	1.32%
741.1 光 / 光学	3 139	1.28%
933 固体物理	3 139	1.28%
931.2 气体，液体和固体物理性能	3 051	1.24%
雷达、广播	2 523	1.03%
716 电信	2 523	1.03%
测试设备和方法	2 504	1.02%
804.2 无机化合物	2 224	0.90%
802.2 化学反应	2 210	0.90%
631.1 流体流动	2 210	0.90%
701.1 电力	2 160	0.88%



3.2.2 学科主题词频分布

对排序之后的各个学科主题词进行概率求解，利用概率可绘制学科词频分布曲线如图 2 所示，其中横坐标是每个学科主题词排序之后对应的顺序（简称"词序"，由"词序"可以对应到所属的学科），纵坐标对应每个学科出现的频次在所有学科总的频次中所占的概率，由曲线也可看出整体的分布趋势，图 2 显示出学科词频分布呈现出典型的长尾特征；再对各学科概率进行累加计算可得到学科累计概率，并绘制曲线如图 3 所示，图中横坐标是由多少个学科概率进行累加(简称"数量")，纵坐标是累加概率值（数学中是"累积概率"的概念），图 3 学科累积概率曲线反映出词频在 160 之前的学科累计概率为 79.8%，这反映出学科频次的"二八现象"，即在 2009-2013 年间航空类院校研究领域涉及的学科主题集中在这 20% 的学科，其占总出现次数的 80%，是航空航天院校学科研究的主体领域。

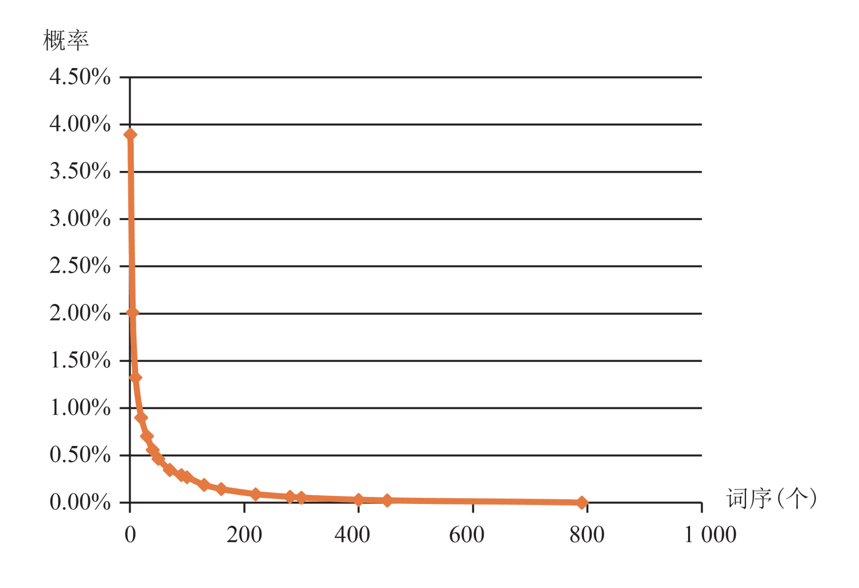


图 2 学科主题词频分布曲线

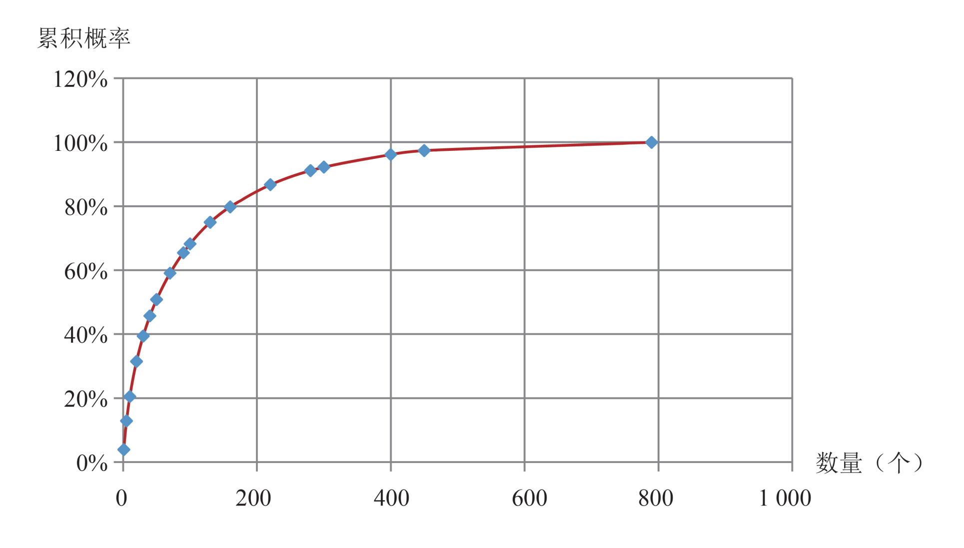


图 3 学科累积概率曲线

知识管理论坛，2016(4):293–302
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2016.035

3.2.3 学科主题共现

数据整理之后获得学科的 790X790 共现矩阵文件。表 2 中排名前 10 的知识共现学科共现一方面体现了不同学科之间的关联性（即学科之间的综合、交叉），另一方面反映出学科之间互相支撑的作用。以数学为例，其对计算机软件、数据处理及应用、控制系统、力学、数值分析共现的次数比较多，体现出数学对这些学科支撑力度比较大。利用学科共现矩阵，使用 Netdraw 软件制作各个学科行动者构成的社会网络，社会网络节点数为 790 个，联系数（ties）为 57 678，为了便于分析，本文结合前面学科字段累积概率的"二八现象"特点，选取学科频次出现最多的前 160 个学科、同时为减少数据信息损失选取的学科词频分布长尾特征中及"尾部"的 16 个与航空航天相关学科，即 176 个学科节点构建学科群共现图谱，进行后文的学科群的深度分析研究。具体情况如表 2 所示：

表 2　前 10 学科共现矩阵

	921 数学	723 计算机软件 - 数据处理及应用	421 建筑材料的强度	951 材料科学	机械性能	931.1 力学	921.6 数值方法	801 化学	731.1 控制系统	804 化工产品
921 数学	0	2 542	1 667	555	1 078	602	796	386	887	195
723 计算机软件 - 数据处理及应用	2 659	0	1 102	277	716	406	630	152	568	91
421 建筑材料的强度	545	426	0	733	7 065	205	463	142	116	120
951 材料科学	525	544	3 524	0	2 390	611	319	793	149	551
机械性能	411	284	857	548	0	160	347	102	65	92
931.1 力学	637	663	1 616	545	1 041	0	354	307	241	181
921.6 数值方法	676	786	1 012	372	666	328	0	157	232	78
801 化学	212	389	660	346	473	122	69	0	140	209
731.1 控制系统	853	698	360	82	217	195	198	62	0	16
804 化工产品	118	242	735	446	523	200	56	635	23	0

通过学科主题字段词频分布特征的分析，2009-2013 年间航空院校学科主题研究呈现学科聚集现象，集中在学科词频最高的前 20% 的学科，学科主题共现矩阵传递出学科之间综合、交叉的特征，这也是学科群的特征之一。因此，在学科建设上，需要有学科群体的概念和思路。

4 学科交叉融合特征分析

4.1 皮尔逊相关性指标介绍

航空航天领域学科是综合性很强的学科，是多学科领域知识发展的结果。例如航空院校的特色学科"航空宇航科学与技术"本身是综合性学科，研究方向含飞行器设计、气动、结构、隐身、控制、航空材料、等方面，涉及到飞行器先进结构设计的有空气动力学、固体力学、工程力学等领域，存在明显的学科交叉融合。学科交叉融合的程度反映出学科之间的关系紧密程度，本文对航空院校学科共现词进行深度挖掘，采用皮尔逊相关系数指标 $\rho_{X,Y}$ 公式：

$$\rho_{X,Y}=cov(X,Y)/\sigma_X\sigma_Y=E((X-\mu_X)(Y-\mu_Y))/\sigma_X\sigma_Y$$

其中 $cov(X,Y)$ 是观测量学科 X、Y 的协方差，σ_X、σ_Y 是观测量学科 X、Y 的标准差，这里皮尔逊相关指标是指研究者选取的学科词汇之



知识管理论坛
2016 年 第 4 期(总第 4 期)

间相关性的度量。对提取的数据矩阵进行计算处理，计算的结果取值在 [0,1] 之间，两个学科在任何文献之间没有交叉融合则指标为 0，指标越接近于 1，学科之间相关性越强，学科交叉融合越强。

4.2 学科群交叉融合图谱

本文选取皮尔逊指标 [0.8，1] 的极强相关的学科共现，并以学科节点中间中心度作为度量，这样做的原因是出于两个方面的考虑：①网络节点中心度。中心度代表的是网络中节点的权利和地位，中心度比较高的点对其他学科的影响力较强或者对其他学科输出信息较多，对其他学科的支撑性强，是网络发展的决定性因素，Netdraw 分析软件在默认设置情况下，中心度高的节点位于网络的中心，以此为中心的节点容易聚集形成子网，见图 3。②网络节点中间中心度。节点中间中心性来源于社会学理论，具体指如果一个行动者处于许多交往网络路径上，可以认为此人居于重要地位，因为他具有控制其他节点之间的交往的能力；中间中心度大的节点起到沟通其他节点之间的桥梁的作用，反映到学科网络中属于对其他学科网络起控制性、连接性作用的点。本文利用节点中间中心度划分学科的相关性共现网络子网，进而分析航空院校学科交叉融合。中间中心度大的节点在学科网络图谱中用面积较大的图标显示，制作的图谱见图 4，其中虚线是依照学科关联对整个网络的划分，节点代表选取的各个学科主题词，实线代表学科之间的关联、信息交流的强度，关联越强线体越粗，反之越细。

图 4 学科群交叉融合图谱

知识管理论坛，2016(4):293–302
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2016.035

如图 4 所示，相关度较高的关键学科包括在网络中起到控制作用的飞机通用、优化技术、数值方法、机械基础件、建筑物和塔、力学、气体、液体和固体的物理性质、化学、舰艇、结构、电力和热力学等。依照学科之间的极强相关的学科共现图，结合网络中心度聚集趋势及中间中心度较大的学科图谱分为了 6 个类区：第 1 类是相关度低于 0.8 的孤立点学科，第 2 类是离散独立子网状态的学科，第 3 类是航空航天科学与工程子学科群，第4类是金属及金属基材料、光电信息功能材料子学科群，第 5 类电子信息与自动控制学科交叉子学科群，第 6 类航空复合材料子学科群。其中飞机通用、优化技术、机械基础件对第 3 类与第 5 类学科群起到控制连接、交流作用，建筑物和塔、结构件与型材、舰艇对第 3 类与第 4 类学科群起到控制连接、交流作用；化学对第 4 类与第 6 类学科群起到控制连接、交流作用；力学对第 5 类与第 6 类学科群起到控制连接、交流作用。

5 学科交叉融合子网特征分析

5.1 独立学科与离散独立子网学科

由于本文研究过程中选取皮尔逊相关指标在 [0.8，1] 之间，会出现学科之间相关值在 0.8 以下的非极强相关学科呈现出孤立点状态或者学科之间联系数比较少的离散独立子网状态，其中，第 1 类是孤立点学科，即与外界其他学科之间没有极强相关联系的情况，包括火箭发动机、工业工程与管理、化学工厂和设备、机场等子学科；第2类是离散独立子网状态的学科，以仪器测量为特点的独立子网，如湿度、压力、辐射测量仪、声学、光学测量仪、电气电子测量仪和机械及其他测量等，以推进燃料燃烧为代表的太空飞行、燃料燃烧、气体燃料和液体燃料等，以经典物理学与相对论、量子理论的为代表的理论物理学类，另外还包括有线通信、光通信、电话系统及相关技术。独立学科与离散独立子网学科是航空航天综合学科微分化的体现，由于其与外部学科的关系不是极强相关，可以单独量化处理，这一结论的现实意义是对于高校图书馆资源配置来说，可以单独或者按照少量学科相关个体独立子网的方式进行资源采购。

5.2 航空航天科学与工程子学科群

子学科群网络图以飞机通用为中心，以航天器为代表的航空宇航学科、以流体流动为代表的空气动力学科、以结构设计为代表的飞行器制造学科等次级子学科群与飞机通用学科极强相关，形成子群积分聚集特征。飞机作为航天器的一种，研制过程中的整体机械基础结构设计要兼顾气体动力学原理、航道适航特性等，体现与我国主要航空院校的航空航天科学与工程学科的一致性。我国主要航空类高校最具特色的学院是航空科学与工程学院，研究领域包括各类航空器——飞机、直升机等的总体设计与制造、气动性能、结构强度、飞行力学与飞行安全、动力学与控制等方面的研究，学科设置包括了航空宇航科学与技术、力学，其中包括航空宇航科学与技术学科中飞机、直升机等飞行器设计与制造、以飞机航电及火箭推进技术为代表的航空宇航推进理论与工程、飞行器导航等空中导航与交通管制学科。与飞行器制造相关的是机械设计理论相关的学科，力学包括固体力学、（空气动力）流体力学、飞行力学等，航空航天科学与工程同军事相关性也很强，包括在火箭、导弹、卫星等国防军事学科领域的研究，另外有南京空航天大学航空宇航学院也设置了与道路铁道相关的学科，与塔台建设等学科领域具有关联。

5.3 金属及金属基材料、光电信息功能材料子学科群

子学科群网络图中第 4 类是航空材料学科范畴，航空航天对材料要求比较高，降低航空航天器结构重量是航空航天追求的永恒主题，飞行器所使用的材料直接影响飞行器的性能，优质复合材料在飞行器自身结构占的比重越来越多，先进材料具有特性超轻、高强韧、抗疲劳、耐腐蚀、耐磨损、高效散热、可成形性等，是航

空材料的首选。主要的航空航天院校比较注重材料学科的发展，子学科群网络反映的是金属及金属基材料、光电信息功能材料（半导体材料）、电磁介质材料、生物材料、纳米材料等材料学科的交叉融合，子学科群交叉融合聚集性明显。

学科专业设置结构是航空材料学科子群聚集的重要原因，航空领域先进材料的使用也是子群形成的内在推动力，以主要航空院校材料学院的学科设置及研究方向可以看出子图谱网络的学科紧密程度：西北工业大学与北京航空航天大学两所高校的材料学院均由早期航空冶金系或矿冶系发展而来，由航空金属材料及热处理、锻压、铸造、焊接、非金属材料与成型 5 个专业方向，学科设置一级学科材料科学与工程、材料科学与工程学科、化学、光学工程，二级学科材料学、材料物理与化学、材料加工工程、信息功能材料、微纳米技术、材料结构失效与安全工程、应用化学等，航空院校材料学科专业设置，使得不同材料学科之间内在联系上增强，光电信息功能材料、生物材料，纳米材料均是学科主题词频数中排在前 20% 内的学科，不同材料航空研究领域的应用的增加，最终形成学科子群聚集现象；随着飞行器产品的换代，新型的材料会不断出现并应用于航空领域，新材料的研究成为该学科子群增长的动力。学科子群反映出航空金属及金属基材料、光电信息功能材料、生物材料，纳米材料等材料学科的交叉融合特点，但是在无机非金属材料、高分子材料与复合材料、有机功能材料等学科反映较弱。

5.4 电子信息与自动控制子学科群

子学科群网络图中第 5 类电子信息与自动控制子群融合比较复杂，其中包含基础理论性学科（数学）、工程性学科（计算机、人工智能机器人、机械自动控制、电子信息处理与导航）。基础数学位于学科子网络中心位置，考虑到数学变换、数值分析及数理统计，数学最优化等各子学科在其他工程学科的应用，子网络中基础数学学科位于网络的中央；同时计算机应用学科融合其中，以便能提供信息数据的大量运算、快速处理、飞行器计算机导航控制、机械自动控制的精细控制、人工智能机器人的支撑，以解决信息数据量大、信息环境复杂、数据及时处理、抽象数据的可视化、机械控制精细化控制、计算机 CAD 工程制图、图像处理等方面问题。电子信息与自动控制学科在同一个子学科群里，说明这两个专业学科之间相关性很强。航空航天类主要高校电子信息工程学院主要学科设置电子科学与技术、信息与通信工程、控制科学与工程等，在航空电子综合技术、卫星导航、现代空中交通管理、信息与通信工程、机载 / 星载合成孔径成像等主要研究领域进行研究；自动控制院系主要学科设置有控制科学与工程、交通运输工程、电气工程、仪器科学与技术、机械电子工程等学科，研究方向有控制理论与控制工程、模式识别与智能系统、导航制导与控制、系统工程、检测技术与自动化装置，电机电器及其控制等。以西北工业大学电子信息工程学院与自动控制学院，一级学科设置中同时设置控制科学与工程，其中二级学科航空导航控制涉及控制与信息、卫星导航、机载雷达及遥感信息的获取、控制与处理、传输，与 SAR 雷达合成孔径成像相关的探测与成像二级学科与模式识别与智能系统，以上都是电子信息与自动控制结合很密切的学科。这一结论的启示意义在于，高校可以按照电子信息学院及自动控制学院科研教学中学科重叠情况进行院系部门的合并，实现学科共建；在学科教师人员配置上可以优化人员配置、提高效率；在图书馆资源配置上，在保证基础数学学科及计算机大类应用学科资源的同时，电子信息学科与自动控制学科资源可以按照学科极强相关性一起采置，书籍、期刊实物资源在上架管理上，两类学科可在物理空间上设置距离近一些，便于读者进行查阅，减少查询的时间。

5.5 航空复合材料子学科群

子学科群网络图谱中第 6 类航空复合材料

知识管理论坛，2016(4):293–302
DOI：10.13266/j.issn.2095–5472.2016.035

子学科群区别于第4类以金属及金属基材料、光电信息功能材料为主的子学科群，是以超高温无机非金属材料、涂层材料类、高分子材料等聚集的航空复合材料子学科群。以陶瓷基耐高温材料以及先进热固性和热塑性树脂基高分子材料为代表，无机非金属材料结构重量小，具有很强的整体性，其理化性质稳定，不易老化、风化，在耐久性、耐高温和防水、防火等方面具有独特性，被航空领域所应用[9]。依照极强相关学科形成学科子群图，可以看出基础性学科（化学及其相关的有机化学、高分子化学、高分子物理、无机化学，电化学等学科）以及物理相关的原子与分子物理、等离子物理、固体物理等作为无机非金属学科、涂层材料和高分子材料等航空复合材料学科支撑的学科，位于子学科子群网的中心，这些学科也是主要航空类院校材料学院复合材料、高分子材料专业的必修课程。子图显示了化学、物理、复合材料科学的交叉融合。另外尽管航空复合材料与金属及金属基材料均属于航空材料学科研究范畴，理论上应该属于一个子群，但是研究发现材料学科子群之间产生分化，即航空复合材料学科已经开始形成新的子学科群体，在图谱网络中，两类子学科群以化学、物理化学为连接桥梁各成聚集性的积分特征。这显示在航空材料学科资源建设上可以将这两个子学科群分别建设。

5.6 子学科群之间的联系

学科群知识图谱中反映出4个子群之间的联系：4个子学科群积聚交叉，共同构成了我国航空航天特色学科结构体系。其中以飞行器总体设计与制造为代表的航空航天工程子学科群是航空航天领域主体研究领域；金属及金属基材料、光电信息功能材料子学科群、航空复合材料子学科群对航空航天发展起到支撑作用，航空材料直接影响飞行器的性能，“一代材料，一代飞行器”更说明了航空材料发展对飞行器发展的重要性；电子信息与自动控制子学科群主要涉及机载航电系统、自动控制，是航空航天学科群重要的子学科群，机载航电系统提升了航空器性能、自主控制与决策、飞行安全保障等，自动控制在航空电子及航空先进材料制造方面发挥着重要作用。

6 结论与启示

通过对航空院校学科知识共现的研究，发现航空院校特色学科有如下特点：学科主题呈现长尾分布特征，即“二八现象”，20%的学科占航空总体学科主题总的出现频次的80%，是航空院校学科的主体；学科知识共现中，学科关联交叉形成了六类区、四学科群知识图谱。

学科知识共现研究目的在于更好地为学科发展提供强有力的科学依据。有关结论在航空院校特色学科建设以及信息资源配置上有如下启示：

（1）航空院校学科建设，应围绕航空航天特色，围绕航空航天工程子学科群、电子信息与自动控制子学科群、金属基材料、光电信息功能材料子学科群，航空复合材料子学科群进行建设。

（2）航空院校图书馆资源配置需要从航空航天学科群宏观上把握，在4个子群中增加资源配置，微观上可以按照各子学科群内部联系特点进行某一学科领域的配置，对于网络中控制性强的学科由于涉及到学科子群之间联系，资源配置应有重点地进行。

（3）航空院校各二级学院资料室的设立应着眼于学科群的整合与分化，对于电信与自动控制应当进行适当整合，对于航空材料学科，可以依照学科子群的分化设立两个功能性资料室。

（4）航空院校学科馆员应从这4个学科子群去整体了解航空航天学科群，为资源使用者快速提供相应的咨询服务，或者图书馆内部设置相应的4类学科馆员，每个馆员专门对每个子群学科提供信息咨询服务。

（5）为航空院校特色资源库建设提供相应的理论指导。特色资源库应建立起围绕航空航天特色，分别针对4类学科子群进行建设，进行航空航天电子资料与纸质资料的收集与整



理，实现航空特色资源库的整合。

需要指出的是，本研究数据来自 EI 收录的文献数据未涵盖跨数据源的情况，学科知识共现词的选取不同于以往按照词汇出现的排名进行选取，而是采用词频"长尾"分布特征进行共现词的选取，在此基础上构建学科知识共现图谱并进行分析，不足之处是研究局限于静态历史，至于学科知识动态演进过程的研究可以作为今后的研究方向。

参考文献：

[1] 朱明 . 国内近十年图书馆管理研究领域的实证分析——基于关键词频次统计及共现分析 [J]. 现代情报 , 2011, 31(5): 107-112.

[2] CALLON M, LAW J, RI PA. Mapping the dynamics of science and technology: sociology of science in the real world [M]. London: Macmillan, 1986: 225- 226.

[3] QING H. Know ledge discovery through co- word analysis [J]. Library trends, 1999, 48(1): 133-159.

[4] 刘军 . 整体网分析讲义——UCINET 软件应用 [C]. 第二届社会网与关系管理研讨会资料 . 哈尔滨 : 哈尔滨工程大学社会学系 , 2007: 8-10.

[5] 马费城 , 望俊成 , 张于涛 . 国内生命周期理论研究知识图谱绘制——基于战略坐标图和概念网络分析法 [J]. 情报科学 , 2010, 28(4): 481-487.

[6] 陈素清 , 李若 , 刘旭钰 , 等 . 航空院校被 SCI、EI 收录论文的多角度分析 [J]. 辽宁大学学报 , 2010, 37(1): 94-96.

[7] 刘划 , 徐国艳 . 2009-2013 年国内航空领域高被引论文分析 [J]. 电大理工，2014(2): 68-69.

[8] 蔡莉静 , 罗彩冬 , 闫辉 . 一次文献被 EI 收录的技巧 [J]. 图书馆理论与实践 , 2002(5): 85-86.

[9] 余策 . 中国航空科学技术发展报告 [C]// 中国航空学会 . 航空科学技术学科发展报告——2012-2013. 北京 : 中国科学技术出版社 , 2014: 11-14.

Research on the Subject Characteristics of Knowledge Co-occurrence of Domestic Aviation Colleges Based on Engineering Index

Ma Minghua Liu Jianguo Ma Yue Su Wanpeng
The Library of Civil Aviation University of China, Tianjin 300300

Abstract: [Purpose/significance] The purpose of this paper is to provide a reference for the subject construction and the library information resources allocation of the domestic aviation colleges. **[Method/process]** In this study, we analyze the subject characteristics of domestic aviation colleges through extracting literature subject classification codes in EI journal papers of aviation colleges, using word frequency statistics, word co-occurrence analysis method and social network analysis method. Besides, the Pearson correlation coefficiency was introduced, and the characteristics of interdisciplinary integration of aviation colleges under the condition of strong related disciplines were obtained by the central feature of the network map. **[Result/conclusion]** The result shows that the subject characteristics of domestic aviation colleges appear the long-tail distribution and the Pareto law. The subject association forms four subgroups and six categories in the knowledge co-occurrence map.

Keywords: aviation social network interdisciplinary integration